

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08122833 A**(43) Date of publication of application: **17.05.96**

(51) Int. Cl.

**G02F 1/35**(21) Application number: **06252149**(22) Date of filing: **18.10.94**(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>**(72) Inventor: **MORI KUNIHICO  
MORIOKA TOSHIO  
SARUWATARI MASATOSHI**(54) **WAVE LENGTH CONVERTING DEVICE**

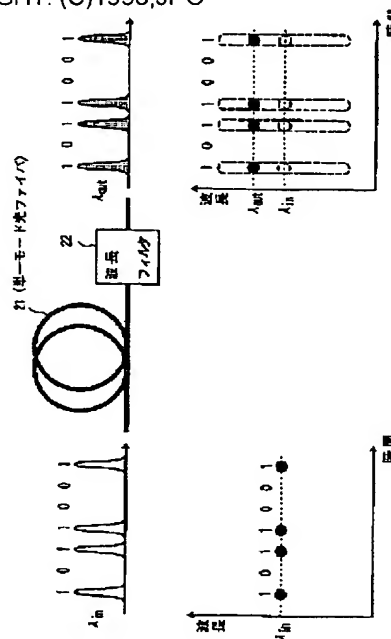
## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To convert wave length over a broad band of an ultra high speed light pulse signal by generating a white pulse signal according to the signal inputted into a non-linear light wave guiding pathway medium and separating a specified wave length component.

**CONSTITUTION:** A white pulse signal whose spectrum is continuously broad on both sides of wave length  $\lambda_{in}$  is generated when a light pulse signal of wave length  $\lambda_{in}$  is inputted into a single mode optical fiber 21 which is one of a non-linear light wave guiding pathway medium. The light pulse signal whose wave length is converted from  $\lambda_{in}$  to  $\lambda_{out}$  is outputted, by separating a transmitting wave length  $\lambda_{out}$  from this white pulse signal by means of a wave length filter 22. And a converted light having an arbitrary central wave length  $\lambda_{out}$  in the band range can be obtained when the transmitting wave length  $\lambda_{out}$  is made changed in the band of the white pulse signal by using a wave length filter in which the transmitting wave length  $\lambda_{out}$  can be varied. Thus, conversion into one or different plural wave lengths can be performed near the wave length of

the light pulse signal without using the other light source, by means of this constitution.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-122833

(43)公開日 平成8年(1996)5月17日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 F 1/35

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平6-252149

(22)出願日 平成6年(1994)10月18日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 森 邦彦

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 盛岡 敏夫

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 猿渡 正俊

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

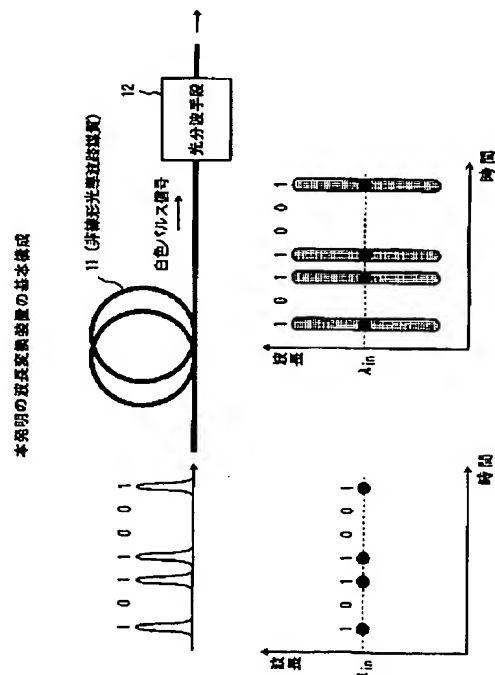
(74)代理人 弁理士 古谷 史旺

(54)【発明の名称】 波長変換装置

(57)【要約】

【目的】 超高速の光パルス信号をその波長の近傍で、また他の光源を用いずに、1または複数の波長に変換する波長変換装置を実現する。

【構成】 光パルス信号を入力し、その波長の両側に広帯域の白色パルス信号を発生させる3次の非線形光学効果を有する非線形光導波路媒質と、非線形光導波路媒質で発生した白色パルス信号から少なくとも1つの波長成分を分離して出力する光分波手段とを備える。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 光パルス信号を入力し、その波長の両側に広帯域の白色パルス信号を発生させる 3 次の非線形光学効果を有する非線形光導波路媒質と、前記非線形光導波路媒質で発生した白色パルス信号から少なくとも 1 つの波長成分を分離して出力する光分波手段とを備えたことを特徴とする波長変換装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の波長変換装置において、光分波手段の透過波長が、非線形光導波路媒質で発生した白色パルス信号の帯域内で可変であることを特徴とする波長変換装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の波長変換装置において、非線形光導波路媒質の入力部、非線形光導波路媒質の出力部、光分波手段の出力部の少なくとも 1 箇所に、光パルス信号を増幅またはパルス圧縮する手段を備えたことを特徴とする波長変換装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、光ファイバ等の非線形光導波路媒質を用いて、超高速の光パルス信号を異なる波長の光パルス信号に変換する波長変換装置に関する。また、超高速の光パルス信号を複数の相異なる波長の光パルス信号に同時に変換する波長変換装置に関する。

【0002】なお、波長分割多重（WDM）通信方式あるいは時分割多重（TDM）通信方式においては、波長軸上の異なるチャンネル間で光信号の波長（光キャリア周波数）を変換する技術が不可欠である。

**【0003】**

【従来の技術】従来の波長変換技術には、DBR 半導体レーザ等のレーザ発振を入力信号光で変調する方法がある。また、 $\text{LiNbO}_3$  導波路、進行波型レーザ増幅器、光ファイバ等の非線形媒質中で、入力信号光の 2 倍の高調波（波長が  $1/2$ ）あるいは 2 つの光の和・差周波数を発生させる 2 次の光非線形効果を利用する方法、入力信号光と他の波長の光を同時に入射して 4 光波混合光を発生させる方法がある。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】入力信号光でレーザ発振を変調する方法は、動作速度がレーザ素子のキャリア寿命で制限され、現状では高々 10GHz 程度であって超高速の光パルス信号の波長変換には適さない。

【0005】また、2 次の光非線形効果を利用して 2 倍の高調波あるいは和・差周波数の光を発生させる方法は、変換光の波長が信号光の波長から大きく離れてしまうので光ファイバ通信には適さない。

【0006】また、3 次の光非線形効果を利用して 4 光波混合光を発生させる方法は、信号光波長とは異なる波長の光が少なくとも 1 種類必要となり、そのための光源

を用意する必要があった。

【0007】さらに、上記の各方法のいずれにおいても、1 度に変換可能な波長が 1 種類しか選択できず、複数の相異なる波長の光パルス信号に同時に変換することはできなかった。

【0008】本発明は、超高速の光パルス信号をその波長の近傍で、また他の光源を用いずに、1 または複数の波長に変換する波長変換装置を提供することを目的とする。

**【0009】**

【課題を解決するための手段】本発明は、光パルス信号を入力し、その波長の両側に広帯域の白色パルス信号を発生させる 3 次の非線形光学効果を有する非線形光導波路媒質と、非線形光導波路媒質で発生した白色パルス信号から少なくとも 1 つの波長成分を分離して出力する光分波手段とを備える。

【0010】また、光分波手段の透過波長は、非線形光導波路媒質で発生した白色パルス信号の帯域内で可変とする。また、非線形光導波路媒質の入力部、非線形光導波路媒質の出力部、光分波手段の出力部の少なくとも 1 箇所に、光パルス信号を増幅またはパルス圧縮する手段を備える。

**【0011】**

【作用】図 1 は、本発明の波長変換装置の基本構成を示す。図において、11 は非線形光導波路媒質、12 は光分波手段である。非線形光導波路媒質 11 に波長  $\lambda_{in}$  の光パルス信号（1011001）を入力すると、波長  $\lambda_{in}$  の両側に連続的にスペクトルが広がった白色パルス信号が発生する。この動作原理は、特開平 6-138500 号公報（波長広帯域短パルス光発生装置）に詳細に記載されている。

【0012】光分波手段 12 は、非線形光導波路媒質 11 で発生した白色パルス信号から所定の透過波長  $\lambda_{out}$  を分離することにより、波長  $\lambda_{in}$  から  $\lambda_{out}$  に変換した光パルス信号が得られる。また、透過波長  $\lambda_{out}$  が可変の光分波手段 12 を用いることにより、変換光の波長を可変させることができる。また、複数の透過波長を有する光分波手段 12 を用いることにより、複数の相異なる波長の光パルス信号を同時に出力することができる。このような構成は、特開平 6-138500 号公報に波長広帯域短パルス光発生装置の利用例として記載されているが、本発明は所定の波長の光パルス信号を 1 または複数の波長に変換する波長変換装置に適用するところに特徴がある。

【0013】すなわち、本発明の波長変換装置では、非線形光導波路媒質 11 に入力された光パルス信号に対して超高速の応答時間で白色パルス信号を発生させ、光分波手段 12 でその白色パルス信号から所定の波長成分を分離することにより、超高速の光パルス信号を広帯域に渡って波長変換することができる。

## 【0014】

【実施例】図2は、本発明の波長変換装置の第1実施例の構成を示す。図において、21は非線形光導波路媒質の1つである単一モード光ファイバ、22は透過波長 $\lambda_{out}$ の波長フィルタである。

【0015】単一モード光ファイバ21に波長 $\lambda_{in}$ の光パルス信号(1011001)を入力すると、波長 $\lambda_{in}$ の両側に連続的にスペクトルが広がった白色パルス信号が発生する。波長フィルタ22は、この白色パルス信号から透過波長 $\lambda_{out}$ を分離することにより、 $\lambda_{in}$ から $\lambda_{out}$ に波長変換された光パルス信号が出力される。また、透過波長 $\lambda_{out}$ が可変の波長フィルタを用い、白色パルス信号の帯域内で変化させると、その範囲内で任意の中心波長 $\lambda_{out}$ を有する変換光を得ることができる。

【0016】図3は、本発明の波長変換装置の第2実施例の構成を示す。図において、21は単一モード光ファイバ、23は周期型波長フィルタである。

【0017】単一モード光ファイバ21に波長 $\lambda_{in}$ の光パルス信号(1011001)を入力すると、波長 $\lambda_{in}$ の両側に連続的にスペクトルが広がった白色パルス信号が発生する。周期型波長フィルタ23は、この白色パルス信号から波長 $\lambda_1, \lambda_3$ の光パルス信号と波長 $\lambda_2, \lambda_4$ の光パルス信号を分離して出力する。なお、波長 $\lambda_1, \lambda_3$ ( $\lambda_2, \lambda_4$ )の光パルス信号は、さらに同様の周期型波長フィルタまたは光分波器により、各波長ごとに分離することができる。このように、本実施例の構成では、波長 $\lambda_{in}$ の光パルス信号を複数の相異なる波長の光パルス信号に同時に波長変換することができる。

【0018】周期型波長フィルタ23としては、例えば特願平5-78095号(多波長超短パルス光源)に記載の複屈折干渉フィルタ、マッハツェンダ型干渉フィルタ、ファブリペロ型干渉フィルタを用いることができる。本実施例では、2つの出力ポートに、 $\lambda_j$ ( $\lambda_1, \lambda_3, \dots$ )と $\lambda_{j+1}$ ( $\lambda_2, \lambda_4, \dots$ )の2つの波長グループが分離される構成を示す。また、ファブリペロ干渉計と光サーキュレータを組み合わせることにより、例えば4つの出力ポートに、 $\lambda_j$ ( $\lambda_1, \lambda_5, \dots$ )、 $\lambda_{j+1}$ ( $\lambda_2, \lambda_6, \dots$ )、 $\lambda_{j+2}$ ( $\lambda_3, \lambda_7, \dots$ )、 $\lambda_{j+3}$ ( $\lambda_4, \lambda_8, \dots$ )の4つの波長グループを分離する構成をとることもできる。

【0019】これらの周期型波長フィルタ23は、複屈折干渉フィルタにおける複屈折性媒質の光路長、マッハツェンダ型干渉フィルタにおける光導波路の光路長差、ファブリペロ型干渉フィルタにおけるファブリペロ干渉計の共振器長を可変させることにより、透過波長および波長間隔の調整が可能である。すなわち、複数の変換光の波長を一括して可変させることも可能である。

【0020】図4は、本発明の波長変換装置の第3実施例の構成を示す。図において、21は単一モード光ファイバ、24は多波長フィルタである。単一モード光ファイバ21に波長 $\lambda_{in}$ の光パルス信号(1011001)

を入力すると、波長 $\lambda_{in}$ の両側に連続的にスペクトルが広がった白色パルス信号が発生する。多波長フィルタ24は、この白色パルス信号から波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ の光パルス信号を同時に分離して出力する。このように、本実施例の構成では、波長 $\lambda_{in}$ の光パルス信号を複数の相異なる波長の光パルス信号に同時に波長変換することができる。

【0021】多波長フィルタ24としては、たとえば特願平5-191645号(一括多チャネル出力型光パルス分離回路)に記載の反射型回折格子、アレイ導波路型回折格子を用いることができる。

【0022】図5は、アレイ導波路型回折格子の構成例を示す。図において、アレイ導波路型回折格子は、入力用導波路31、入力側コンケイブスラブ導波路32、アレイ導波路(隣接する導波路が $\Delta L$ の光路長差を有する)33、出力側コンケイブスラブ導波路34、出力用導波路アレイ35により構成される。

【0023】入力用導波路31から入射された光は、入力側コンケイブスラブ導波路32において回折により広がり、その回折面と垂直に配置された導波路アレイ33に導かれる。導波路アレイ33は、各導波路が導波路長差 $\Delta L$ で順次長くなっているため、各導波路を伝搬して出力側コンケイブスラブ導波路34に到達した光には導波路長差 $\Delta L$ に対応する位相差が生じている。この位相差は波長(光周波数)により異なるため、出力側コンケイブスラブ導波路34のレンズ効果で出力用導波路アレイ35の入力端に集光する際に、波長(光周波数)ごとに異なる位置に集光する。すなわち、各出力導波路に対応する透過波長は所定の間隔に並ぶので、出力導波路ごとに異なる波長の変換光を得ることができる。

【0024】図6は、本発明の波長変換装置の第4実施例の構成を示す。図において、11は非線形光導波路媒質、12は光分波手段、25は光増幅器である。光パルス信号を光増幅器25で増幅して非線形光導波路媒質11に入力することにより、非線形光導波路媒質11で発生する白色パルス信号の帯域を広げることができる。これにより、変換波長帯域を広げることができる。

【0025】図7は、本発明の波長変換装置の第5実施例の構成を示す。図において、11は非線形光導波路媒質、12は光分波手段、26は分散性媒質を用いた線形圧縮あるいは高次ソリトンを用いた非線形圧縮を行う光パルス圧縮器である。光パルス信号を光パルス圧縮器26で圧縮することにより、高い入射ピークパワーを得ることができ、光増幅器を用いた場合と同様に非線形光導波路媒質11で発生する白色パルス信号の帯域を広げることができる。

【0026】また、第4実施例における光増幅器25と第5実施例における光パルス圧縮器26を併用してもよい。さらに、光増幅器25または光パルス圧縮器26を非線形光導波路媒質11の出力部または光分波手段12

の出力部に備えることにより、波長変換光の増幅、または圧縮・整形が可能となる。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の波長変換装置は、非線形光導波路媒質に光パルス信号を入力して白色パルス信号を発生させ、光分波手段でその白色パルス信号から1または複数の波長成分を分離する。このような構成により、光パルス信号の波長の近傍で、他の光源を用いることなく、1または複数の相異なる波長に変換することができる。

【0028】また、透過波長が可変の光分波手段を用いることにより、変換光の波長を可変させることができる。また、非線形光導波路媒質の入力部に光パルス信号を増幅またはパルス圧縮する手段を備えることにより、非線形光導波路媒質で広帯域の白色パルス信号を発生させることができ、変換波長帯域を広げることができる。また、非線形光導波路媒質または光分波手段の出力部に光パルス信号を増幅またはパルス圧縮する手段を備えることにより、波長変換光の増幅、圧縮、整形を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の波長変換装置の基本構成を示す図。

【図2】本発明の波長変換装置の第1実施例の構成を示す図。

【図3】本発明の波長変換装置の第2実施例の構成を示す図。

【図4】本発明の波長変換装置の第3実施例の構成を示す図。

【図5】アレイ導波路型分波器の構成例を示す図。

【図6】本発明の波長変換装置の第4実施例の構成を示す図。

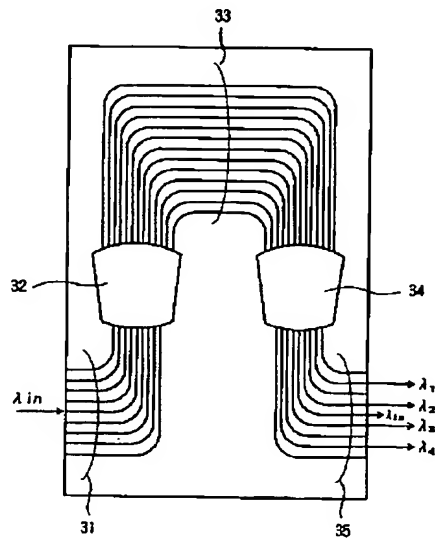
【図7】本発明の波長変換装置の第5実施例の構成を示す図。

【符号の説明】

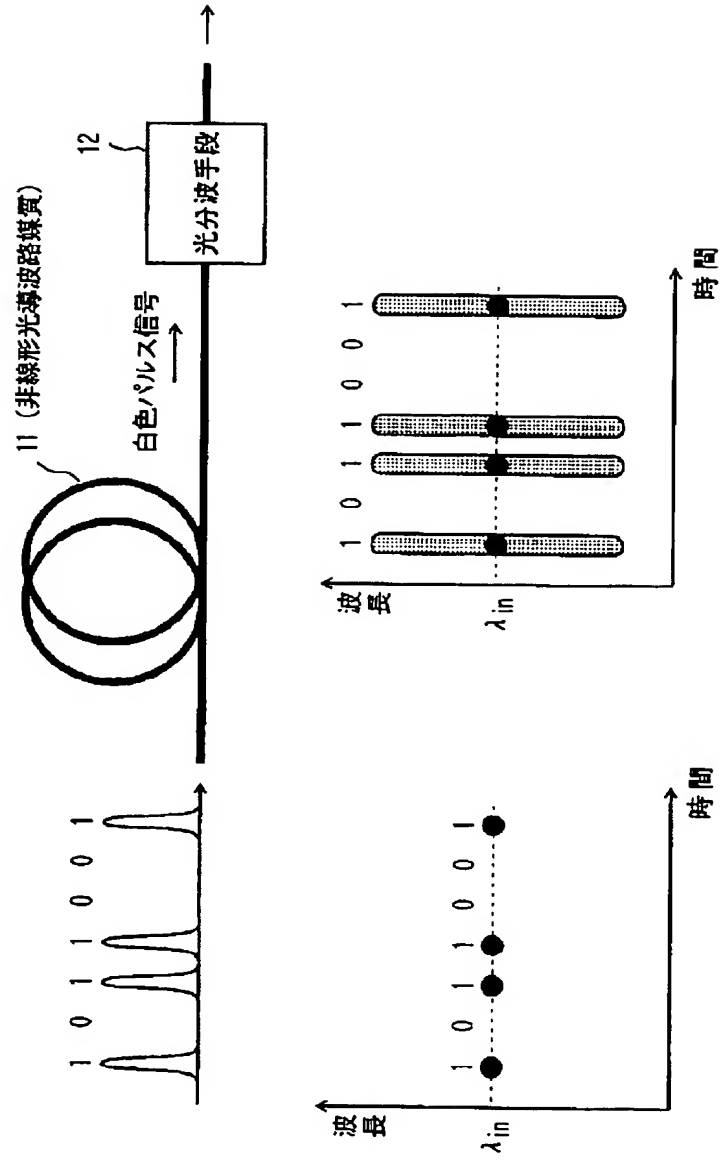
- 11 非線形光導波路媒質
- 12 光分波手段
- 21 単一モード光ファイバ
- 22 波長フィルタ
- 23 周期型波長フィルタ
- 24 多波長フィルタ
- 25 光増幅器
- 26 光パルス圧縮器
- 31 入力用導波路
- 32 入力側コンケイブスラブ導波路
- 33 アレイ導波路
- 34 出力側コンケイブスラブ導波路
- 35 出力用導波路アレイ

【図5】

アレイ導波路型分波器の構成

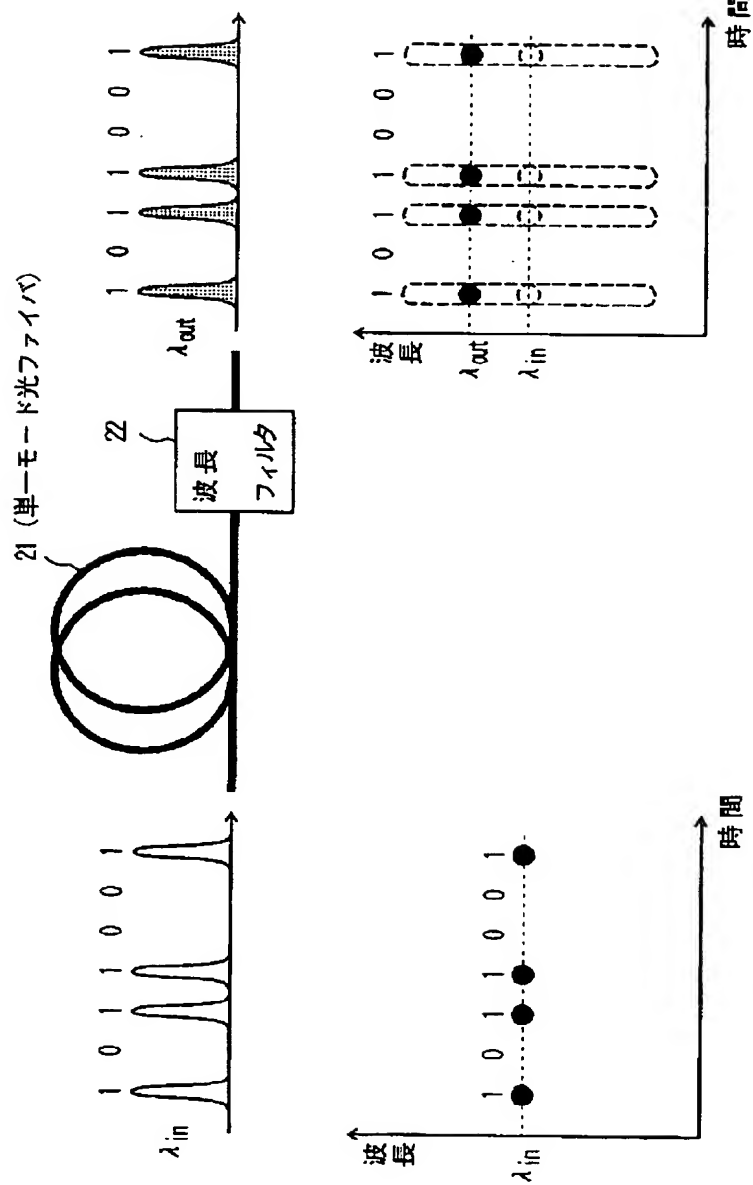


本発明の波長変換装置の基本構成



【図 1】

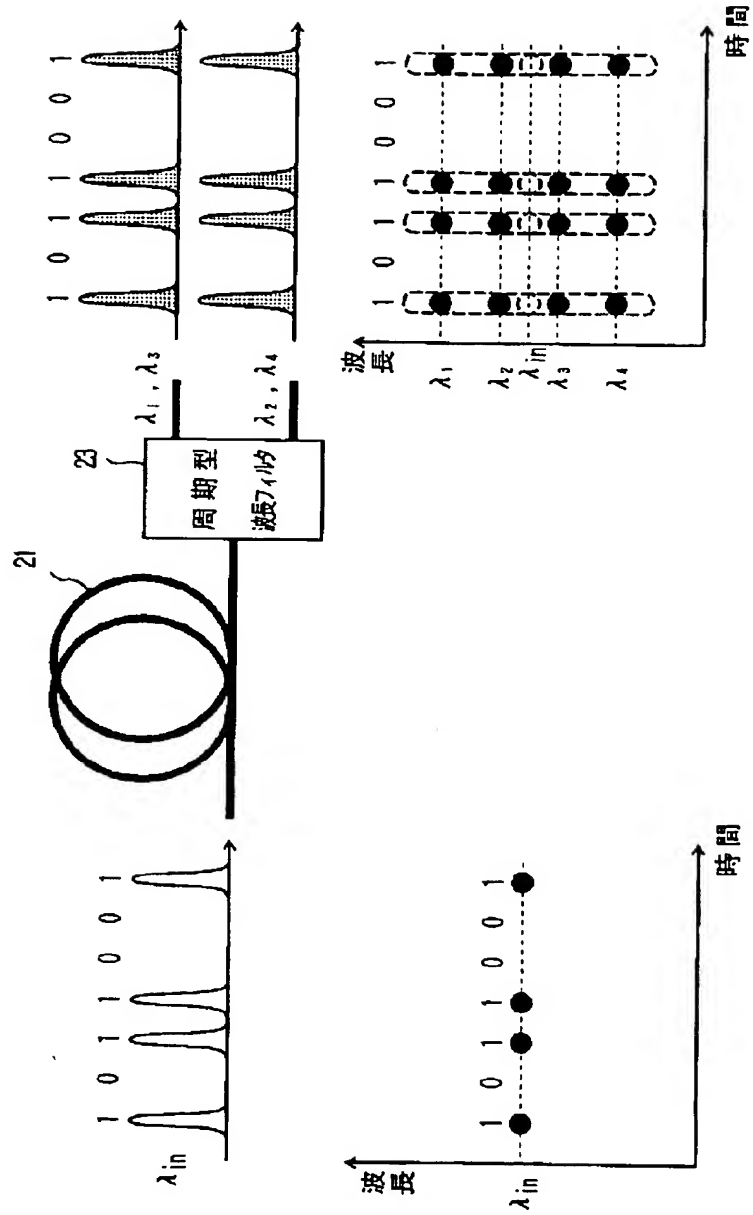
本発明の波長変換装置の第 1 実施例の構成



【図 2】

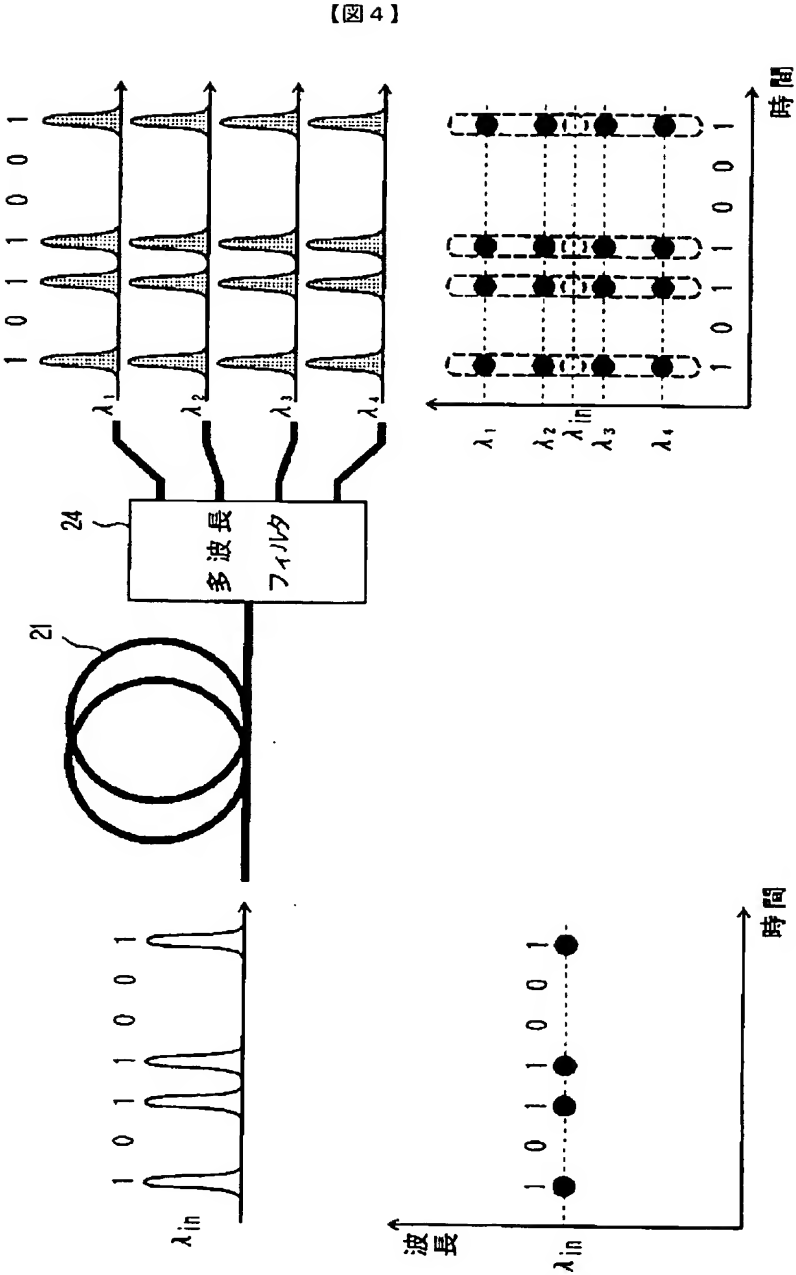
【図 3】

## 本発明の波長変換装置の第 2 実施例の構成



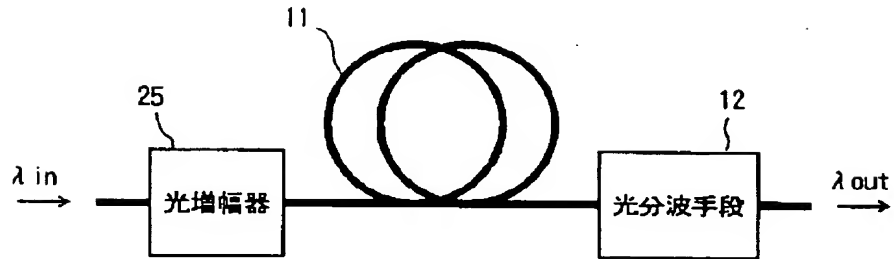


本発明の波長変換装置の第3実施例の構成



【図 6】

本発明の波長変換装置の第 4 実施例の構成



【図 7】

本発明の波長変換装置の第 5 実施例の構成

